

Memória Principal

Profa. Débora Christina Muchaluat Saade
debora@midia.com.uff.br

<http://www.midia.com.uff.br/debora>

1

Memória Principal

- ✓ Capítulo 4 – Livro do Mário Monteiro
- ✓ Introdução
- ✓ Hierarquia de memória
- ✓ Memória Principal
 - *Organização*
 - *Operações de leitura e escrita*
 - *Capacidade*

2

Memória

- ✓ Componente de um sistema de computação cuja função é armazenar informações que são manipuladas pelo sistema para que possam ser recuperadas quando necessário
- ✓ Na prática, a memória não é um único componente, mas um subsistema constituído de vários componentes de diferentes tipos e interligados
 - *Hierarquia de memória*
- ✓ Razões para existência de diferentes tipos de memória
 - *Tempo de acesso*
 - *Capacidade de armazenamento*
 - *Armazenamento permanente do dados, mesmo na falta de energia*

3

Subsistema de Memória

- ✓ Memória principal
 - *RAM – Random Access Memory*
- ✓ Memória cache
- ✓ Registradores – dispositivos de armazenamento no interior dos processadores
- ✓ Memória secundária
 - *Hard disks, CDs, DVDs, etc. (dispositivos de armazenamento)*

4

Memória

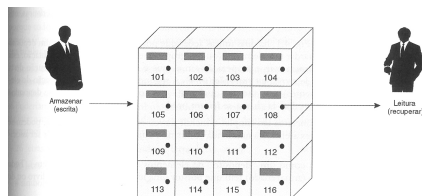


Figura 4.1 Exemplo de um típico depósito que funciona de modo semelhante a uma memória.

5

Memória

- ✓ 2 únicas operações possíveis
 - *Armazenar*
 - Operação de escrita ou gravação (*write*)
 - *Recuperar*
 - Operação de leitura (*read*)
- ✓ Acesso a memória é feito através do endereço de cada informação (a ser) armazenada

6

Memória

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ **Representação da informação**
 - *sequência de bits*
- ✓ **Cada unidade de armazenamento**
 - *Grupo de bits tratado em conjunto pelo sistema*
 - Memória principal
 - *Célula (1 byte)*
 - Dispositivos de armazenamento
 - *Bloco, setor, cluster, etc.*

7

Memória

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

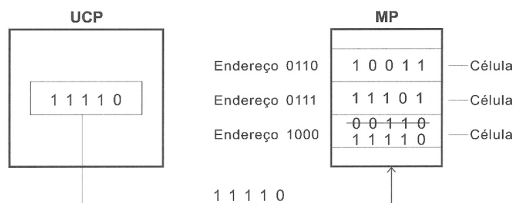
- ✓ Cada célula é identificada por um endereço
- ✓ Memória é organizada sequencialmente a partir do endereço (0) até o endereço (N-1)
- ✓ Os endereços não são fisicamente gravados na memória, somente as informações armazenadas em cada célula
 - *Os endereços são enviados pelo processador a memória pelo BE – barramento de endereços*
- ✓ Processadores com palavra de 32 bits (ex. Pentium) possuem endereços de 32 bits podendo endereçar até 4G células (de um byte cada)
 - $2^{32} = 4GB$

8

Operações de Leitura e Escrita

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ **Operação de escrita é naturalmente destrutiva**
 - *Armazena o novo conteúdo sobre o conteúdo anterior*

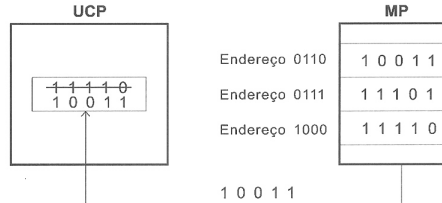


(a) Operação de escrita — O valor 11110 é transferido (uma cópia) da UCP para a MP e armazenado na célula de endereço 1000, apagando o conteúdo anterior (00110).

Operações de Leitura e Escrita

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ **Operação de leitura não é destrutiva**
 - *Copia o valor do local de origem, sem modificá-lo*



(b) Operação de leitura — O valor 10011, armazenado no endereço da MP 0110, é transferido (cópia) para a UCP, apagando o valor anterior (11110) e armazenando no mesmo local.

Hierarquia de Memória

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ Um subsistema de memória é organizado hierarquicamente e composto de vários tipos de componentes de memória, cada um com suas características próprias (tempo de acesso, capacidade, aplicabilidade, etc.)
 - *Registradores*
 - *Memória cache*
 - *Memória principal*
 - *Memória secundária*
 - discos rígidos (HDs), CD, DVDs, etc.

11

Hierarquia de Memória

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

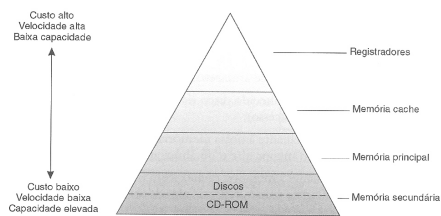


Figura 4.4 Hierarquia de memória.

12

Características dos Componentes de Memória

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ Tempo de acesso
- ✓ Capacidade
- ✓ Volatilidade
- ✓ Tecnologia de fabricação
- ✓ Custo

13

Características

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ **Tempo de acesso**
 - *Indica o tempo que leva para a memória colocar a informação no barramento de dados depois da posição ter sido endereçada*
 - Tempo de acesso para leitura
 - *Aumenta em direção à base da hierarquia*
 - *Depende da tecnologia de fabricação*
 - Poucos nanossegundos para memória tipo RAM (dispositivos eletrônicos)
 - *Tempo independe da distância física entre locais de acesso consecutivos*
 - Dezenas de milissegundos para memória secundária (dispositivos eletromecânicos)
 - *Tempo depende da distância física entre locais de acesso consecutivos*

14

Características

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ **Tempo de acesso**
 - *Em algumas memórias eletrônicas, consideramos ainda o tempo decorrido entre duas operações consecutivas a memória*
 - Ciclo de memória = tempo de acesso + tempo para atividades internas do sistema
 - *Algumas memórias não requerem tempo adicional entre acessos*
 - Ciclo de memória = tempo de acesso

15

Características

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ **Capacidade**
 - *Quantidade de informação que pode ser armazenada em memória*
 - medida em bytes
 - Quantidade de células capaz de armazenar
 - *Aumenta em direção à base da hierarquia de memória*

16

Características

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ **Volatilidade**
 - *Capacidade de reter ou não a informação quando a energia elétrica é desligada*
 - Memória volátil – não retém a informação
 - *Registradores, memórias cache e principal (RAM)*
 - Memória não-volátil – retém a informação
 - *Memória ROM (read only memory) e memória secundária*

17

Características

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ **Tecnologia de fabricação**
 - *Memórias de semicondutores (memórias eletrônicas)*
 - Registradores, memórias cache e principal, ROM
 - Mais caras
 - *Memórias de meio magnético*
 - Usadas em discos rígidos (*hard disks* – HDs)
 - Não-volátil e mais baratas
 - *Memória de meio ótico*
 - CDs, DVDs
 - Usa-se um feixe de luz para marcar o valor de cada bit

Características

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ **Custo**
 - *Preço por byte armazenado*
 - *Memória secundária é bem mais barata que memória principal, por isso sua capacidade de armazenamento é bem maior*
 - HD interno 1TB – R\$ 300,00
 - *Custo de 1 byte – $300 / 2^{40}$*
 - 2GB RAM – R\$ 103,00
 - *Custo de 1 byte – $103 / 2^{31}$*

19

Registadores

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ **São internos ao processador**
 - *Guardam instruções (registrador de instrução) e dados que estão sendo manipulados em cada operação executada pelo processador*
- ✓ **Construídos com a mesma tecnologia do processador**
 - *Tempo de acesso – um ciclo de memória (1 a 2 ns)*
 - *Capacidade – poucos bits em cada um*
 - Ex.: Pentium – registrador de dados (inteiros) e endereços de 32 bits, registradores para armazenar números em ponto flutuante (64 bits)
 - *Voláteis*
 - *Memória de semicondutores*

20

Memória Cache

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ **Podem ser internas ou externas ao processador**
 - *cache L1 (level 1 ou nível 1) ou L2 interna*
 - Encapsulada no mesmo chip
 - *cache L2 externa*
 - Chip separado instalado na placa-mãe
- ✓ **características**
 - *Tempo de acesso – um ciclo de memória (5 a 20 ns)*
 - *Capacidade*
 - Ex.: cache L1 (4 a 256KB) e cache L2 (4MB)
 - *Voláteis*
 - *Memória de semicondutores, chamadas estáticas (SRAM)*
 - *Custo alto*

21

Memória Principal

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ **Características**
 - *Tempo de acesso – um ciclo de memória (50 a 80 ns)*
 - *Capacidade superior à memória cache, porém limitada pela*
 - arquitetura do processador e pelo dispositivo de controle da memória (chipset da placa-mãe)
 - endereços de 32 bits permitem até 4GB de RAM
 - *Voláteis*
 - Parte não-volátil (ROM) – instruções que são executadas quando computador é ligado
 - *Memória de semicondutores, chamadas dinâmicas (DRAM)*
 - *Custo mais baixo que o da memória cache*

22

Memória Secundária

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ **Características**
 - *Tempo de acesso*
 - HDs – 8 a 30 ms
 - CDs – 120 a 300 ms
 - *Alta capacidade*
 - Até TB
 - *Não-voláteis*
 - *Memória de meio magnético ou ótico*
 - *Custo bem mais baixo que o da memória principal*

23

Memória Principal (MP)

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ **Programas são armazenados sequencialmente em memória e processador busca instruções na memória principal**

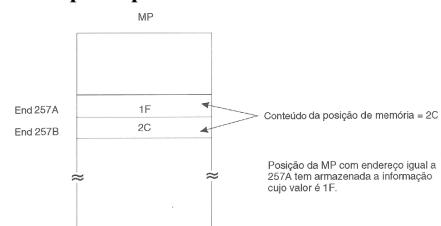


Figura 4.7 Significado dos valores de endereço e conteúdo na MP.

Organização da Memória Principal

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ Organizada como conjunto de N células sequencialmente dispostas
- ✓ Cada célula armazena M bits

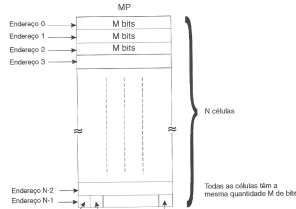
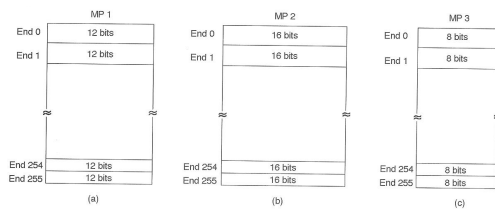


Figura 4.8 Organização básica da MP.

Organização da Memória Principal

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ Relação endereço x conteúdo de um célula
- ✓ Ex.:MPs com mesma quantidade de células (256), porém de larguras diferentes

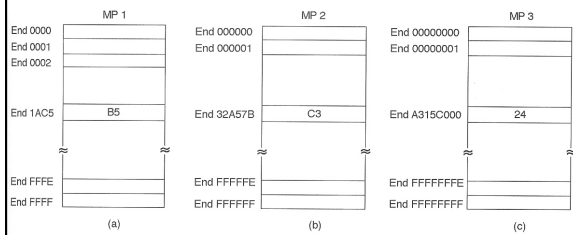


28

Organização da Memória Principal

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ Relação endereço x conteúdo de um célula
- ✓ Ex.: MPs com diferentes quantidades de células de mesma largura (1 byte)



28

Operações do Processador com a MP

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ Operações de leitura (*read*) e escrita (*write*)
- ✓ Elementos que são utilizados nas operações do processador com a MP
 - **Barramento do sistema (barramentos de dados, de endereços, de controle - BD, BE, BC)**
 - **Registradores de dados e endereços de memória**
 - RDM – registrador de dados de memória (MBR – *memory buffer register*)
 - REM – registrador de endereços da memória (MAR – *memory address register*)
 - **Controlador da memória**

Operações do Processador com a MP

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

100 / Memória Principal

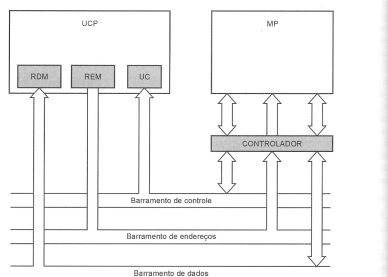


Figura 4.11 Estrutura UCP/MP e a utilização de barramento para comunicação entre eles.

Operações do Processador com a MP

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

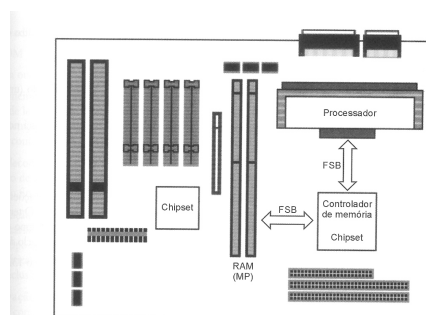


Figura 4.12 Exemplo de placa-mãe com componentes do sistema de memória.

Operações do Processador com a MP

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ **Convenções da *Register Transfer Language* (Linguagem de Transferência entre Registradores - LTR)**
 - **Seta indica transferência de conteúdo entre registradores e MP**
 - (REM) ← (CI): conteúdo do registrador CI é copiado para registrador REM
 - (RDM) ← (MP(REM)): conteúdo da célula da MP cujo endereço está em REM é copiado para RDM

31

Operação de Leitura

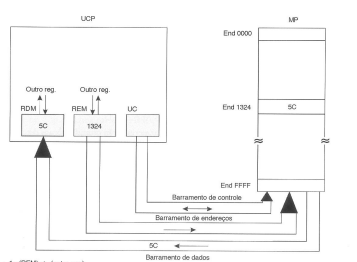
Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ **Passos Simplificados:**
 - **REM ← outro registrador do processador (CI contador de instruções)**
 - Endereço é colocado no BE
 - **Sinal de leitura no BC**
 - Controlador de memória decodifica endereço e localização da célula
 - **RDM ← MP(REM) através do BD**
 - **Outro registrador do processador ← RDM**

32

Operação de Leitura

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores



- 1 - (REM) ← (outro reg.)
- 1a - O endereço é colocado no barramento de endereços
- 2 - Sinal de leitura no barramento de controle (descodificação)
- 3 - (RDM) ← (MP (REM))
- 4 - (outro reg.) ← (RDM)

Figura 4.13 Exemplo de operação de leitura.

Operação de Escrita

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

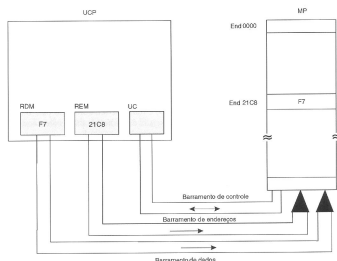
- ✓ **Passos Simplificados:**
 - **REM ← outro registrador do processador (CI contador de instruções)**
 - Endereço é colocado no BE
 - **RDM ← outro registrador do processador**
 - Dado é colocado no BD
 - **Sinal de escrita no BC**
 - Controlador de memória decodifica endereço e localização da célula
 - **MP(REM) ← RDM através do BD**

34

Operação de Escrita

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

104 / Memória Principal



O valor F7 é escrito no endereço 21C8 (valor antigo = 3A)

Figura 4.14 Exemplo de operação de escrita.

Capacidade da MP

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ **MP é um conjunto de N células, onde cada uma armazena M bits**
- ✓ **MP tem N endereços = 2^E**
- ✓ **total de bits**
 - $T = N \times M = 2^E \times M$
- ✓ **Exemplo: MP tem espaço de endereçamento de 2K e cada célula armazena 16 bits. Qual a capacidade da MP e o tamanho de cada endereço?**
 - $2K = 2^{11} \rightarrow$ endereços de 11 bits
 - $2^{11} \times 16 = 2^{11} \times 2^4 = 2^{15} =$ capacidade de 32K bits

36

Exemplo

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ Um processador possui um BE com capacidade de transferir 33 bits de cada vez. Sabe-se que o BD permite a transferência de 4 palavras em cada acesso e que cada célula da MP armazena 1/8 de cada palavra. Considerando que a MP pode armazenar no máximo 64G bits, responda:

- Qual a quantidade de células da MP?
- Qual o tamanho do REM e do BD?
- Qual o tamanho de cada célula e cada palavra?

37

Exemplo

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ BE = 33 bits; BD = 4 palavras; célula – 1/8 palavra; T = 64G bits
- ✓ $N = 2^{33} = 8G$
- ✓ $T = N \times M$; $M = 64G / 8G = 8$ bits (célula)
- ✓ Palavra = 64 bits
- ✓ BD = 256 bits
- ✓ Qual a quantidade de células da MP?
 - 8G células
- ✓ Qual o tamanho do REM e do BD?
 - REM = 33 bits; BD = 256 bits
- ✓ Qual o tamanho de cada célula e cada palavra?
 - Célula de 8 bits e palavra de 64 bits

38

Tipos e Nomenclatura da MP

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ Fluxo de bits para processamento a partir do armazenamento permanente

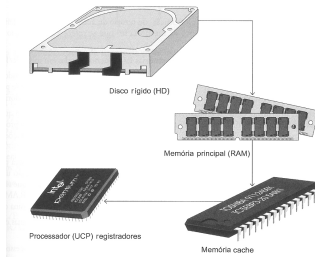


Figura 4.16 Fluxo de bits para um processamento.

40

Tipos e Nomenclatura da MP

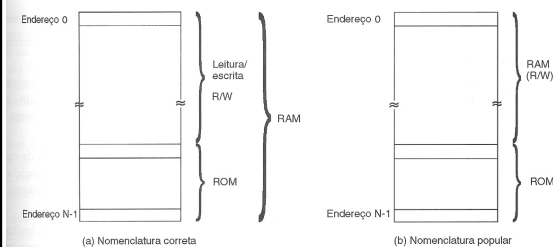
Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ Tipo de RAM (*Random Access Memory*)
 - **SRAM (Static RAM)**
 - Mais rápido e de custo mais elevado
 - Usado na construção de memória cache
 - **DRAM (Dynamic RAM)**
 - Usado na construção da MP
- ✓ **RAM**
 - **Memória para ler e escrever (R/W memory)**
 - Memória volátil
 - **Memória de leitura somente (ROM - Read Only Memory)**
 - Memória não-volátil usada para armazenar operações para inicialização do sistema (*boot*)

Tipos e Nomenclatura da MP

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ Memória principal de um microcomputador PC



41

Tipos e Nomenclatura da MP

Fundamentos de Arquiteturas de Computadores

- ✓ RAM – Random Access Memory
- ✓ ROM – Read Only Memory
 - **EPROM - Erasable Programmable ROM**

